http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/cal
https://dx.doi.org/10.1544 6/caldasia.v40n2.65658
Caldasia 40(2):310-320. Julio-diciembre 2018

Hormigas poneroides y ectatomminas (Hymenoptera: Formicidae) en fragmentos boscosos del piedemonte llanero y altillanura del Meta, Colombia

Poneroid and ectatommine ants (Hymenoptera: Formicidae) in forest fragments of llanos piedmont and upper llanos of Meta, Colombia

NATALIA LADINO[1]*, ELISABETH JIMÉNEZ-C[2], CLAUDIA YARA-O[3]

[1]*Laboratório de Sistemática e Biologia de Formigas, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná, Avenida Coronel Francisco Heráclito dos Santos, s/n, Caixa Postal 19020, CEP 81531-980. Curitiba, PR, Brasil. nmladino@gmail.com*

[2]*Universidad del Valle. Calle 4B# 36-00 Sede San Fernando. Cali, Valle del Cauca, Colombia. elizabethjimenez75@gmail.com*

[3]*Museo de Historia Natural Unillanos, Universidad de los Llanos, Vereda Barcelona, Km 12 Vía Puerto López. Villavicencio, Meta, Colombia. cyara@unillanos.edu.co*

**Autor para correspondencia.*

RESUMEN

Este trabajo contribuye al conocimiento básico de las hormigas poneroides y ectatomminas en fragmentos de bosque del piedemonte llanero, altillanura y la transición entre estas dos zonas en el departamento del Meta. Se generaron y compararon listas de especies de las tres localidades de estudio. Los muestreos se realizaron durante septiembre y noviembre del 2015 y febrero del 2016 mediante captura manual, trampas de caída y recolección de 1 m^2 de hojarasca para su procesamiento en sacos Winkler. En total, se registraron 40 especies, 32 de ellas con nombre, pertenecientes a doce géneros y cuatro subfamilias. La riqueza y abundancia de especies tendió a disminuir desde el piedemonte llanero hacia la altillanura. Los resultados constituyen la mayor riqueza de hormigas poneroides y ectatominas reportadas para estas zonas. Se resalta la importancia de los fragmentos de bosque para la presencia de este grupo de hormigas, y la necesidad de incrementar estudios de línea base hacia la región de la Orinoquia Colombiana.

Palabras clave. Altillanura, hormigas “poneromorfas”, Orinoquia, piedemonte llanero.

ABSTRACT

This work contributes to the basic knowledge of poneroid and ectatommine ants in forest fragments of llanos piedmont, upper llanos and the transition between these zones in the Meta department. Species lists were generated for each study site and were compared among them. During september and november of 2015 and february of 2016, samplings were conducted through manual capture, pitfall traps, and collection of 1 m^2 of litter for processing in Winkler sacks. In total, 40 species were recorded, 32 of them with a name, belonging to twelve genera and four subfamilies. Species richness and abundance tended to decrease from the llanos piedmont to upper llanos. The results constitute the highest richness of poneroid and ectatommine ants reported in the studied zones. The importance of forest fragments for the presence of these groups of ants and the need to increase baseline studies towards the Colombian Orinoquia region is highlighted.

Key words. Upper llanos, “poneromorph” ants, Orinoquia, llanos piedmont.

INTRODUCCIÓN

La Orinoquia se ha mantenido como una de las regiones en Colombia con el más bajo volumen de publicaciones científicas sobre su biodiversidad (Bello *et al.* 2014). En lo referente a insectos, aunque constituye el grupo animal con más especies y roles ampliamente reconocidos como polinización, control biológico y reciclado de nutrientes, aún no cuenta con un inventario de especies completo, ni de amplia cobertura geográfica (Morales-Castaño y Medina 2009, Medina *et al.* 2010). Dentro de los insectos, las hormigas presentan una gran diversidad taxonómica y biológica, y aunque han sido ampliamente documentadas, aún existen vacíos de información en diferentes regiones del país (Zabala *et al.* 2006).

La importancia ecológica de las hormigas es un tema conocido para la comunidad científica, características como su abundancia y riqueza de especies, facilidad de muestreo, taxonomía bien estudiada y alta representación en la biomasa, entre otras, les atribuyen dicho reconocimiento (Alonso y Agosti 2000, Sanabria-Blandón y Chacón de Ulloa 2011). Además, en el caso concreto de hormigas poneroides y ectatomminas, su preferencia por hábitats con cobertura boscosa las posiciona como un grupo de artrópodos con potencial bioindicador y atractivo para realizar investigación sobre biodiversidad (Herrera-Rangel *et al.* 2015).

De otra parte, al interior de la Orinoquia colombiana las zonas de altillanura y piedemonte han afrontado grandes modificaciones a nivel de paisaje impulsadas por las actividades económicas, lo cual puede afectar la dinámica en estos ecosistemas y por lo tanto de sus comunidades (Vasconcelos 1999, Correa *et al.* 2005). Dadas estas alteraciones en el paisaje orinocense, que implican reducción y fragmentación de hábitats, es necesario generar conocimiento básico sobre cambios en la diversidad, identificarla y conocer su distribución. En este orden de ideas, las especies de las subfamilias Amblyoponinae, Ectatomminae, Heteroponerinae, Paraponerinae, Ponerinae y Proceratiinae, que actualmente constituyen el agrupamiento de hormigas poneroides y formicoides (Ouellette *et al.* 2006), han sido consideradas indicadoras de diversidad y calidad del hábitat (Jiménez *et al.* 2008, Abadía *et al.* 2010, Sanabria-Blandón y Chacón de Ulloa 2011); sin embargo, la región aún no cuenta con estudios que hagan referencia a su importancia debido a que la mayoría de los trabajos se han realizado desde una perspectiva agrícola y agropecuaria (Galvis y Valencia 1975, Etter y Botero 1990, Cortés 1991, Cortés-Pérez y León-Sicard 2003), por tal motivo, aspectos básicos como el conocimiento taxonómico y de la biología de esas especies se encuentran rezagados, y afectan de forma negativa la biodiversidad, su manejo, estado y medidas de conservación. Es así como este estudio pretende contribuir al conocimiento básico de las especies de hormigas poneroides y ectatomminas presentes al interior de fragmentos de bosque en el departamento del Meta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Se seleccionaron tres fragmentos de bosque ubicados en los municipios de Cubarral, Puerto Gaitán y Villavicencio (Colombia), los cuales se encuentran embebidos en matrices heterogéneas y representan respectivamente el piedemonte (P), la altillanura (A) y la transición (T) entre estas dos zonas. Se ubicó a la Vereda Aguas Claras como localidad del fragmento P con área de 35,37 ha, (03°47’ Norte, 73°53’ Oeste y altitud de 710 m); a la finca Mitimiti como localidad del fragmento A con área de 34,11 ha, (04°31’ Norte 71°48’ Oeste y altitud de 147 m), y a CORPOICA La Libertad como localidad del fragmento T con área de 24,11 ha, (04°04’ Norte 73°28’ Oeste y altitud de 347 m) (Fig. 1).

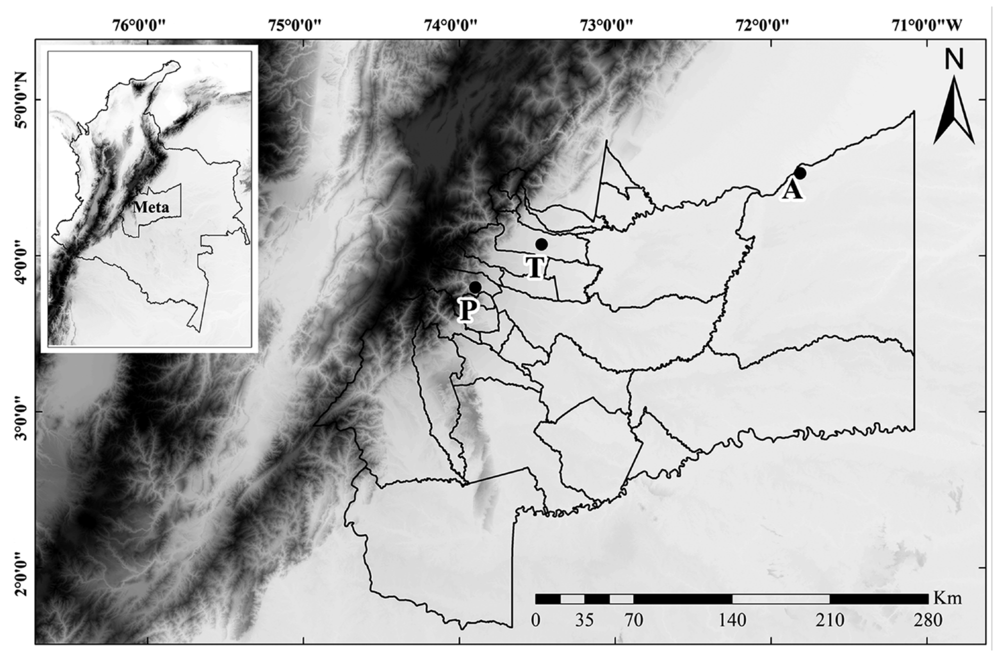


Figura 1. Ubicación de las localidades de muestreo en fragmentos de bosque del departamento del Meta con representación del piedemonte (P) en el municipio de Cubarral, la altillanura (A) en el municipio de Puerto Gaitán y la transición (T) entre estas dos zonas en el municipio de Villavicencio.

Métodos de captura

Se realizaron dos muestreos, uno entre los meses de septiembre y noviembre del 2015 y el otro en febrero del 2016, que de acuerdo con el régimen hidrológico unimodal de la región, corresponden a lluvias altas y bajas respectivamente. En cada localidad se siguieron los métodos dirigidos a hormigas del suelo propuestos por Jiménez *et al.* (2008), los cuales consistieron en la ubicación de doce estaciones equidistantes distribuidas en dos conjuntos de seis e instaladas en los 50 m iniciales y finales de un transecto con extensión total de 150 m. Se utilizaron tres métodos de captura por estación: trampas de caída, extracción y tamizaje de 1 m^2 de hojarasca en sacos Winkler durante 48 horas, y captura manual durante diez minutos. Los individuos recolectados fueron preservados en tubos eppendorf con etanol al 70 %. El esfuerzo por localidad y muestreo fue de 12 m^2 de hojarasca, doce trampas de caída (48 horas) y dos horas de búsqueda manual; para un total de 72 m^2 de hojarasca procesados, 72 trampas de caída y doce horas de búsqueda manual durante la fase de campo. Las muestras se procesaron en el laboratorio del Museo de Historia Natural Unillanos (MHNU) de la Universidad de los Llanos, y se identificaron hasta el nivel más específico posible. Se utilizaron las claves de Fernández (2003, 2008), Fernández y Palacio (2006) y Jiménez *et al*. (2008) para la identificación de especies. Debido a la complejidad taxonómica del género *Hypoponera*, los individuos se agruparon en morfoespecies. Las hormigas poneroides y ectatomminas recolectadas se catalogaron e ingresaron a la colección entomológica del MHNU.

La lista de especies de hormigas se comparó con otros reportes en la región. Se registró la riqueza específica como número de especies (S) y la abundancia como eventos

de captura. Además, se estimó la riqueza esperada de especies con el algoritmo no paramétrico Chao 1. Se determinó la diversidad verdadera para cada localidad de muestreo, basada en arreglos matemáticos que permiten calcular números efectivos de especies con tres valores de *q* (0,1 y 2) y a su vez representan órdenes de diversidad (Jost 2006); cuando *q0*, se hace referencia a la riqueza de especies, *q1* al cálculo del exponencial del índice de Shannon y *q2* al inverso del índice de Simpson (Moreno *et al.* 2011). Además, se realizaron modelos de abundancia para una aproximación al estudio de la estructura de la comunidad de hormigas en cada fragmento de bosque.

Los análisis se realizaron mediante los programas Paleontological Statistics software package versión 2.15 (Hammer *et al*. 2001) y Estimates versión 9.1.0 (Colwell *et al*. c2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En un total de 5775 individuos recolectados, se encontró que el agrupamiento de poneroides y ectatomminas constituye el 13,04 %, con lo que el resto de la comunidad estuvo representada por 5022 individuos de otras subfamilias de Formicidae.

Se encontraron 753 individuos en 331 eventos de captura, los cuales se distribuyeron en 40 especies, ocho de ellas sin identificación a especie, que corresponden a las subfamilias Amblyoponinae, Ectatomminae, Ponerinae y Paraponerinae (Tabla 1). No se hallaron las subfamilias Heteroponerinae y Proceratiinae quizás por la baja presencia de sus pocas especies en la zona (Fernández 1993, Sosa-Calvo y Longino 2008).

Aunque las publicaciones a la fecha incluyen localidades en otras zonas de la Orinoquia y los esfuerzos de muestreo varían entre ellas, el presente estudio registra la mayor riqueza de especies de hormigas poneroides y ectatomminas para el piedemonte y la altillanura (Fernández y Schneider 1989, Fagua 1999, Villarreal-Leal y Maldonado-Ocampo 2007, Morales-Castaño y Medina 2009), y representa el 70,56 % de las especies que han sido reportadas para la región (Jiménez *et al.* 2008, Medina *et al.* 2010, Yara-Ortiz *et al.* 2011, Agudelo y Pérez 2017).

Ponerinae y Ectatomminae fueron las subfamilias que mayor aporte realizaron en número de especies. Esta tendencia ha sido común en otros trabajos y se explica por atributos de las especies ponerinas y ectatomminas tales como su amplia distribución principalmente en los trópicos, áreas boscosas húmedas y bosques secos con lluvias estacionales, alta diversidad morfológica y comportamental (Abadía *et al.* 2010, Sanabria-Blandón y Chacón de Ulloa 2011, Agudelo y Pérez 2017).

Los géneros más representativos en número de especies fueron *Gnamptogenys* (siete especies) y *Odontomachus* (seis especies), este último también se destacó por presentar la mayor abundancia (Tabla 1). De otra parte, los registros de este estudio confirman estimaciones de distribución de las especies *Ectatomma lugens* Emery, 1894, *Gnamptogenys lanei* Kempf, 1960 y *Thaumatomyrmex zeteki* Smith, 1944 para la región, con base en publicaciones (Fernández 2003, Fernández y Palacio 2006, Jiménez *et al.* 2008) y herramientas en línea (AntWeb, SiB Colombia y Antmaps.org).

Riqueza, abundancia y representatividad

Los valores de riqueza y abundancia variaron en los tres sitios. Las especies recolectadas representan el 61,57 % de la mirmecofauna de poneroides y ectatomminas del suelo potencialmente presentes en los tres bosques (Tabla 1). Aunque los valores locales muestran una representatividad media, para los fragmentos P y T son superiores al 70 %,

Tabla 1. Especies de hormigas poneroides y ectatomminas y su abundancia encontradas en tres fragmentos de bosque del departamento del Meta, P = Piedemonte, T = Transición piedemonte-altillanura, A = Altillanura.

SUBFAMILIA/ Especie	P	T	A	TOTAL
AMBLYOPONINAE				
Prionopelta antillana Forel, 1909	10	0	0	10
ECTATOMMINAE				
Ectatomma brunneum Smith, 1858	0	1	0	1
Ectatomma ruidum (Roger, 1860)	0	21	0	21
Ectatomma lugens Emery, 1894	0	5	0	5
Ectatomma tuberculatum (Olivier, 1792)	0	9	0	9
Gnamptogenys annulata (Mayr, 1887)	1	0	0	1
Gnamptogenys haenschi (Emery, 1902)	0	1	0	1
Gnamptogenys horni (Santschi, 1929)	4	0	0	4
Gnamptogenys ingeborgae Brown, 1993	1	0	0	1
Gnamptogenys lanei Kempf, 1960	1	0	0	1
Gnamptogenys moelleri (Forel, 1912)	16	0	0	16
Gnamptogenys tortuolosa (Smith, 1858)	1	6	0	7
Typhlomyrmex pusillus Emery, 1894	1	0	0	1
PONERINAE				
Anochetus diegensis Forel, 1912	3	2	0	5
Anochetus mayri Emery, 1884	2	0	0	2
Anochetus cf. *minans*	1	0	0	1
Hypoponera sp. 1	15	2	5	22
Hypoponera sp. 2	0	0	1	1
Hypoponera sp. 3	4	0	3	7
Hypoponera sp. 4	0	1	1	2
Hypoponera sp. 5	2	1	1	4
Hypoponera sp. 6	0	1	1	2
Hypoponera sp. 7	0	1	0	1
Hypoponera sp. 8	3	0	0	3
Mayaponera constricta (Mayr, 1884)	1	2	0	3
Neoponera apicalis (Latreille, 1802)	7	7	25	39
*Neoponera unidentata (*Mayr, 1862)	2	1	0	3
Neoponera verenae Forel, 1922	5	3	0	8

(*Continúa*)

Tabla 1. Especies de hormigas poneroides y ectatomminas y su abundancia encontradas en tres fragmentos de bosque del departamento del Meta, P = Piedemonte, T = Transición piedemonte-altillanura, A = Altillanura. (*continuación*)

SUBFAMILIA/ Especie	P	T	A	TOTAL
Neoponera villosa (Fabricius, 1804)	0	1	0	1
Odontomachus bauri Emery, 1892	0	0	21	21
Odontomachus brunneus (Patton, 1894)	1	5	0	6
Odontomachus haematodus (Linnaeus, 1758)	2	5	27	34
Odontomachus chelifer (Latreille, 1802)	35	0	0	35
Odontomachus meinerti Forel, 1905	5	5	0	10
Odontomachus ruginodis Smith, 1937	2	1	0	3
Pachycondyla crassinoda (Latreille, 1802)	2	16	0	18
Pachycondyla harpax (Fabricius, 1804)	7	9	4	20
Pachycondyla impressa (Roger, 1861)	0	0	1	1
Thaumatomyrmex zeteki Smith, 1944	1	0	0	1
PARAPONERINAE				
Paraponera clavata (Fabricius, 1775)	0	0	1	1
Total eventos de captura	134	106	91	331
Total especies exclusivas	12	7	4	23
Riqueza de especies basada en índice de rarefacción (IC 95 %)	27 (22,5-31,5)	23 (15,1-30,9)	12 (6,67-17,33)	40 (33,16-46,84)
Media Chao 1 ± SD	38 ± 10,24	29 ± 6,05	18 ± 7,51	65 ± 24,21
Representatividad del muestreo (%)	71,75	79,06	65,86	61,57

lo que indica un buen nivel de confiabilidad en el muestreo considerando que para grupos hiperdiversos como hormigas, lograr valores que representen al menos este porcentaje de las especies potenciales resulta difícil (Jiménez-Valverde y Hortal 2003). El estimador de riqueza Chao1 sugirió números de especies esperadas semejantes entre los fragmentos de bosque más cercanos al piedemonte (Tabla 1). No obstante, para comparar con mayor precisión la diferencia de riqueza de hormigas entre los fragmentos de bosque, es necesario incluir réplicas para cada fragmento estudiado. El análisis de diversidad verdadera permitió también determinar un número de especies efectivas similares para las localidades hacia el piedemonte, pero no para la altillanura (Fig. 2). Factores ambientales como temperatura, precipitación y humedad relativa, entre otros, pueden variar con la altitud e influir en la composición de la comunidad de hormigas poneroides y ectatomminas de manera que las diferencias de riqueza y abundancia pueden estar relacionadas con los efectos de su incremento hacia el piedemonte. Esta tendencia coincide con el planteamiento de Sanders (2002), sobre el aumento de diversidad de hormigas hacia alturas intermedias como producto de la combinación de condiciones de áreas bajas y altas que permiten el establecimiento

de especies; resultados encontrados en estudios sobre gradientes altitudinales tanto para hormigas como para otros grupos de invertebrados (Olson 1994, Brühl *et al*. 1999, Fagua 1999, Guerrero y Sarmiento 2010).

Se encontraron tanto especies únicas como compartidas a los tres bosques (Tabla 1), la variación de abundancia en estas últimas puede estar relacionada con características intrínsecas a cada fragmento de bosque y sus áreas adyacentes. En el caso de *Odontomachus haematodus* (Linnaeus, 1758) suele ser recolectada cerca de ríos, bordes de bosque, bosques primarios y secundarios, de hábitos omnívoros (Fernández 2008), nidifica en troncos en descomposición, y es numerosa en los trópicos (Wheeler 1900). *Neoponera apicalis* (Latreille, 1802) es una especie común y conspicua, típica de bosques neotropicales, nidifica en el suelo, madera descompuesta, tocones y en raíces de árboles; presenta forrajeo solitario en el suelo o vegetación rasante (Wild 2005), son depredadoras activas, generalmente capturadas en trampas de caída por su preferencia hacia las termitas como alimento (Mackay y Mackay 2010). Estas características coinciden con las de los bosques estudiados, particularmente presentes en el fragmento de altillanura. *Pachycondyla harpax* (Fabricius, 1804) está distribuida en la mayoría del territorio nacional, y dentro de las hormigas poneroides se considera de las más coleccionadas en áreas boscosas, manglares, morichales, plantaciones y potreros, es omnívora, con forrajeo epigeo, hipogeo y arbóreo por lo que su presencia en varias coberturas cercanas al fragmento de bosque de la zona de transición puede estar favoreciendo su establecimiento. El género *Hypoponera* es de amplia distribución, comprende especies de hormigas pequeñas y habitantes de hojarasca, siendo este recurso muy abundante en el fragmento de bosque ubicado en el piedemonte.

En cuanto a las especies exclusivas, se encontraron en su mayoría en el bosque de piedemonte, en el que se observó una pronunciada inclinación del terreno, un dosel más cubierto y elevada humedad. La profundidad de la capa de hojarasca fue mayor y presentó múltiples sustratos útiles para nidificación, lo cual pudo favorecer el establecimiento de hormigas crípticas como *Typhlomyrmex pusillus* Emery, 1894, *T. zeteki*, y *Prionopelta antillana* Forel, 1909. Así mismo, la presencia de árboles de mayor porte con raíces fuertes y herbáceas que cubren la superficie del suelo, permite la presencia de termitas, recurso aprovechado por especies como *Odontomachus chelifer* (Latreille, 1802) favoreciendo su abundancia en esta localidad.

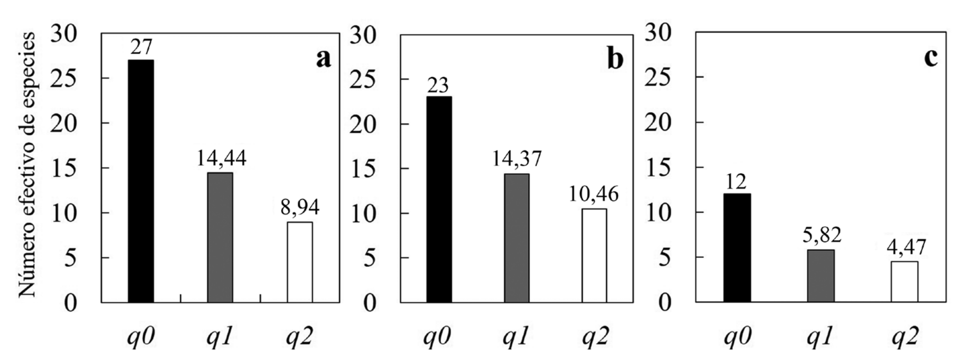


Figura 2. Número efectivo de especies con diversidad verdadera *q0, q1* y *q2* para los fragmentos de bosque estudiados. **a**. Piedemonte; **b.** Transición; **c.** Altillanura.

Respecto a las especies que podrían constituir ampliaciones de ámbito geográfico, se encontraron poblaciones de *E. lugens* y *T. zeteki* en áreas transformadas, de la primera se cuenta con poca información referente a su biología, ambas fueron registros de especies únicas durante el muestreo. Con base en el registro único de especies del género Ectatomma en la zona de transición, se puede sugerir una preferencia de sus especies por fragmentos de bosque embebidos en matrices heterogéneas, y colindantes con áreas abiertas. *T. zeteki* está clasificada como especie rara por su bajo volumen en colecciones. En este trabajo sólo se registró un individuo durante todo el muestreo; sin embargo, considerando que esta especie suele habitar cavidades en troncos de hojarasca, bromelias y conchas de caracol y no es abundante (Fernández 2003), cabe la posibilidad de que el muestreo estándar no sea eficiente para capturarla.

Algunas especies del género *Gnamptogenys* tales como *Gnamptogenys moelleri* (Forel, 1912) y *G. lanei* son hormigas afines a bosques húmedos y con baja preferencia por áreas abiertas (Arias-Penna 2008), lo cual coincide con lo encontrado: ningún individuo capturado en la altillanura, pocos individuos en la transición y el mayor número en piedemonte.

El fragmento de bosque P fue el más diverso mientras que T y A constituyen el 85 % y 44 % de la diversidad de especies de hormigas poneroides y ectatomminas que tiene P, respectivamente.

El modelo que mejor representa la estructura de la comunidad de hormigas poneroides y ectatomminas es la serie logarítmica (P: P = 0,92, T: P = 0,99 y A: P = 0,24), el cual sugiere una comunidad de hormigas poneroides y ectatomminas pequeña o bajo estrés (Moreno 2001); para el caso de A, aunque el valor que podría estar explicando la estructura de la comunidad de hormigas es muy bajo, fue el modelo con mayor ajuste (Fig. 3).

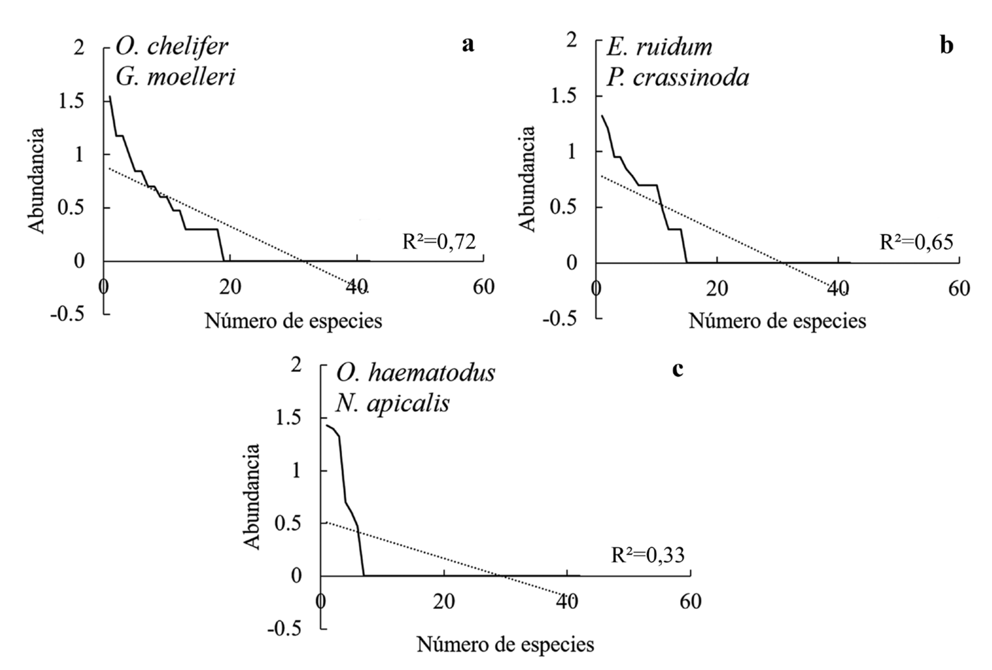


Figura 3. Modelos de abundancia proporcional y especies más abundantes para cada fragmento de bosque estudiado. **a**. Piedemonte; **b.** Transición; **c.** Altillanura.

Finalmente, los hallazgos de este estudio ofrecen una aproximación al reconocimiento de la mirmecofauna en el departamento del Meta desde la generación de una lista de especies de hormigas poneroides y ectatomminas, en zonas donde pese a la intervención antrópica subyacente y a las diferencias de composición, sus remanentes boscosos albergan una diversidad poco explorada. Para futuros estudios que puedan derivarse de éste, es aconsejable incluir réplicas, de manera que sea posible realizar comparaciones para establecer si existe una proporcionalidad de la diversidad de hormigas en el piedemonte y la altillanura, diferencias o patrones.

PARTICIPACIÓN DE AUTORES

NL concepción, muestreo, toma de datos, identificación, análisis de datos, escritura del documento; EJC confirmación de algunas especies, escritura del documento; CYO muestreo, toma de datos, confirmación de algunas especies, análisis de datos, escritura del documento.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no presentan conflicto de intereses.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a la Dirección General de Investigaciones de la Universidad de los Llanos por la financiación de este trabajo y al Museo de Historia Natural Unillanos por otorgar el espacio para llevar a cabo la fase de laboratorio. Al director del Centro de Investigaciones CORPOICA La libertad, al propietario de la Hacienda Yamato y Vereda Aguas Claras en Cubarral. A la Universidad del Valle y Dr. John Lattke por el apoyo en la confirmación de algunas especies, al Dr. Rodrigo Feitosa por sus valiosos aportes al mejoramiento de este manuscrito, y a quienes acompañaron la fase de campo. Este trabajo es producto del proyecto FCBI-15-2014, financiado por Unillanos. Esta es la publicación número 006 del Museo de Historia Natural Unillanos.

LITERATURA CITADA

Abadía JC, Bermúdez C, Lozano-Zambrano FH, Chacón de Ulloa P. 2010. Hormigas cazadoras en un paisaje subandino de Colombia: riqueza, composición y especies indicadoras. Rev. Colomb. Entomol. 36(1):127–134.

Agudelo JA, Pérez-Buitrago N. 2017. New records of hunting ants (Poneroids and Ectatomminoids) in the northern part of the Colombian Orinoquia region. AMZ. 15:229–248.

Alonso L, Agosti D. 2000. Biodiversity studies, monitoring and ants: An overview. En: Agosti D, Majer JD, Alonso LE, Schultz TE, editores. Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity. Washington: Smithsonian Institution Press. p. 1–8.

Arias-Penna TM. 2008. Subfamilia Ectatomminae. En: Jiménez E, Fernández F, Arias TM, Lozano-Zambrano FH, editores. Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. p. 53–108.

Bello JC, Báez M, Gómez MF, Orrego O, Nagele L. 2014. Biodiversidad 2014: Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Primera Edición. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Brühl CA, Mohamed M, Linsenmair KE. 1999. Altitudinal distribution of leaf litter ants along a transect in primary forests of Mount Kinabalu, Sabah, Malaysia. J. Trop. Ecol. 15(3):265–277. doi: 10.1017/S0266467499000802.

Colwell R. c2009. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples web site. [Revisada en: 15 Mar 2018]. http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/

Correa HD, Ruiz SL, Arévalo LM. 2005. Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco – Colombia / 2005–2015 – Propuesta Técnica. Bogotá: Corporinoquia, Cormacarena, I.A.v.H, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF - Colombia, GTZ – Colombia.

Cortés F. 1991. Interacción biológica entre la hormiga arriera (*Atta laevigata* F. Smith) y el fríjol blanco (*Canavalia ensiformis* (L.) D.C.) en sabanas de la Orinoquia Colombiana. [Tesis]. [Bogotá]: Universidad Nacional de Colombia.

Cortés-Pérez, León-Sicard TE. 2003. Modelo conceptual del papel ecológico de la hormiga arriera (*Atta laevigata*) en los ecosistemas de sabana estacional (Vichada, Colombia). Caldasia 25(2):403–417.

Etter A, Botero PJ. 1990. La actividad edáfica de hormigas (*Atta laevigata*) y su relación con la dinámica sabana/bosque en los Llanos Orientales (Colombia). Colombia Amazónica 4 (2):77–95.

Fagua G. 1999. Variación de las mariposas y hormigas de un gradiente altitudinal de la Cordillera Oriental (Colombia). En: Amat G, Andrade-C MG, Fernández F, editores. 1999. Insectos de Colombia. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales y Universidad Nacional de Colombia. p. 317–362.

Fernández F, Palacio E. 2006. Familia Formicidae. En: Fernández F, Sharkey MJ, editores. Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical. Bogotá: Sociedad Colombiana de Entomología & Universidad Nacional de Colombia. p. 521–538.

Fernández F, Schneider L. 1989. Reconocimiento de hormigas en la Reserva la Macarena. Rev. Colomb. Entomol. 15(1):38–44.

Fernández F. 1993. Las hormigas de Colombia III: Los géneros *Acanthoponera* Mayr, *Heteroponera* Mayr y *Paraponera* Fr. Smith (Formicidae: Ponerinae: Ectatommini). Caldasia 17(2):249–258.

Fernández F. 2003. Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Fernández F. 2008. Subfamilia Ponerinae. En: Jiménez E, Fernández F, Arias TM, Lozano-Zambrano FH, editores. Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. p. 123–218.

Galvis H, Valencia Z. 1975. Efecto edáfico de la hormiga arriera *Atta laevigata* en algunos suelos del centro de desarrollo integrado Las Gaviotas en la Orinoquia colombiana. [Tesis]. [Bogotá]: Universidad Nacional de Colombia.

Guerrero RJ, Sarmiento CE. 2010. Distribución altitudinal de hormigas (Hymenoptera, Formicidae) en la vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). Acta Zool. Mex. 26(2):279–302. doi: 10.21829/azm.2010.262699.

Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for education and Data Analysis. Palaeontol. Electron. 4(1):9.

Herrera-Rangel J, Jiménez-Carmona E, Armbrecht I. 2015. Monitoring the Diversity of Hunting Ants (Hymenoptera: Formicidae) on a Fragmented and Restored Andean Landscape. Environ. Entomol. 44(5):1287–1298. doi: 10.1093/ee/nvv103.

Jiménez E, Fernández F, Arias TM, Lozano-Zambrano FH, editores. 2008. Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia. Primera Edición. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Jiménez-Valverde A, Hortal J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. R.I.A. 8:151–161.

Jost L. 2006. Entropy and diversity. Oikos 113(2):363–375. doi: 10.1111/j.2006.0030-1299. 14714.x.

Mackay WP, Mackay EE. 2010. The systematics and biology of the New World ants of the genus *Pachycondyla* (Hymenoptera: Formicidae). New York: Edwin Mellen Press.

Medina CA, Fernández F, Andrade-C MG. 2010. Insectos: escarabajos coprófagos, hormigas y mariposas. En: Lasso CA, Usma JS, Trujillo F, Rial A, editores. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). p. 197–215.

Morales-Castaño IT, Medina CA. 2009. Insectos de la Orinoquia colombiana: evaluación a partir de la Colección Entomológica del Instituto Alexander von Humboldt (IAvH). Biota Colombiana 10(1-2):31–53.

Moreno CE. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza: Manuales y Tesis, Sociedad Entomológica Aragonesa.

Moreno CE, Barragán F, Pineda E, Pavón N. 2011. Re-análisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Rev. Mex. Biodivers. 82(4):1249–1261.

Olson DM. 1994. The distribution of leaf litter invertebrates along a Neotropical altitudinal gradient. J. Trop. Ecol. 10:129–150. doi: 10.1017/S0266467400007793.

Ouellette GD, Fisher BL, Girman DJ. 2006. Molecular systematics of basal subfamilies of ants using 28S rRNA (Hymenoptera: Formicidae). Molecular phylogenetics and evolution, 40(2):359–369. doi: 10.1016/j.ympev.2006.03.017.

Sanabria-Blandón M, Chacón de Ulloa P. 2011. Hormigas cazadoras en sistemas productivos del piedemonte amazónico colombiano: diversidad y especies indicadoras. Acta Amazon. 41(4):503–512. doi: 10.1590/S0044-59672011000400008.

Sanders NJ. 2002. Elevational gradients in ant species richness: area, geometry, and Rapoport's rule. Ecography 25(1):25–32. doi: 10.1034/j.1600-0587.2002.250104.x.

Sosa-Calvo J, Longino JT. 2008. Subfamilia Proceratiinae. En: Jiménez E, Fernández F, Arias TM, Lozano-Zambrano FH, editores. Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. p. 219–238.

Vasconcelos HL. 1999. Effects of forest disturbance on the structure of ground-foraging ant communities in central Amazonia. Biodivers. Conserv. 8(3):407–418. doi: 10.1023/A:1008891710230.

Villarreal-Leal H, Maldonado-Ocampo JA. 2007. Caracterización biológica del Parque Nacional Natural El Tuparro (Sector noreste), Vichada, Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Wheeler W. 1900. A study of some texan Ponerinae. Biol. Bull. 2(1):1–31. doi: 10.2307/1535678.

Wild AL. 2005. Taxonomic revision of the *Pachycondyla apicalis* species complex (Hymenoptera: Formicidae). Zootaxa 834(1):1–25. doi: 10.11646/zootaxa.834.1.1.

Yara-Ortiz CL, Peña JM, Urbano P. 2011. Hormigas y Mariposas del Casanare. En: Usma JS, Trujillo F, editores. Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas Estratégicos del Departamento. Bogotá: Gobernación de Casanare y WWF Colombia. p. 102–119.

Zabala G, Vélez M, Góngora C. 2006. Nuevos registros de especies de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) para Colombia. Rev. Colomb. Entomol. 32(2):227–229.

Recibido: 20/03/2018
Aceptado: 03/09/2018